

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑫ 公開特許公報(A) 平2-143474

⑤Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④公開 平成2年(1990)6月1日

H 01 L 41/09

7342-5F H 01 L 41/08

S

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 圧電素子の熱膨張特性安定化方法

⑯特 願 昭63-297568

⑰出 願 昭63(1988)11月24日

⑱発 明 者 田 上 悟 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

圧電素子の熱膨張特性安定化方法

2. 特許請求の範囲

1. 電圧の昇圧、キープ、降圧を1つのサイクルとして前記サイクルを数回くり返す分極法をとる、圧電素子の熱膨張特性安定化方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は圧電素子の熱膨張、特性の安定化方法に関し、特に、圧電素子を精密位置制御や物体移動する駆動源のためのアクチュエータとして用いる場合の熱膨張特性安定化方法に関する。

(従来の技術)

従来、圧電素子を精密位置決め用のアクチュエータとしたものとしては、X-Yステージにおける微小位置決めに用いられた例やレーザ装置の偏光ミラーの角度の微小制御に用いられた例がある。あるいは圧電素子の発生変位を利用して継電器を作成した例がある。

これらはいずれも圧電素子の発生変位を、てこの原理などを用いて機械的に拡大し、所望の変位を得るものである。

ここで、圧電素子と圧電素子に接続される機構部品の各々の熱膨張によりこれらのアクチュエータの出力特性(変位あるいは力)は温度依存性がある。特に、圧電素子の発生変位は印加電圧に対して数PPH/Vの割合で素子長が変化する。一方、温度に対しても数PPH/℃の割合で変化するため、素子長の温度依存性は大きな問題である。

上述した従来の圧電素子を用いたアクチュエータは出力の温度特性を補償するため次の対策を講じている。即ち、機構部品の材料の熱膨張係数と圧電素子の熱膨張係数を組み合わせてトータルのアクチュエータの出力特性の温度依存性を小さくしようとしている。例えば積層圧電セラミックを用い、てこの原理と板バネの座屈変形を利用した機械的変位拡大機構においては、板バネにSUS304(熱膨張係数 $17.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)、積層圧電セラミック素子(熱膨張係数 $-7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

で)、まわりの部分に42% Ni-Fe合金(熱膨張係数 $3.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)を用いることにより、負の熱膨張係数をもつ積層圧電セラミック素子の温度特性を補償してフラットな温度特性に近づけている。

(発明が解決しようとする課題)

上述した従来の圧電素子を用いたアクチュエータは、次のような欠点がある。

即ち、圧電素子の熱膨張係数は残留分極の大きさにより見掛け上変化する。例えば、素子温度を上昇させる場合を考えると、素子長の変化は、残留分極が消失して縮んでゆく過程である。残留分極の大きさが変化するのには雰囲気温度の変化だけでなく、室温放置でもエージング効果で残留分極が小さくなる。したがって、圧電素子の熱膨張係数がバラつくほか、それとのバランスを考えて選んだ機構部品の熱膨張係数とのマッチングがとれなくなり、この結果、やはりアクチュエータのトータルな出力特性は温度依存性が大きくなる。

(課題を解決するための手段)

タン酸ジルコン酸鉛(PZT)からなり、厚みは1層あたり約 $110\mu\text{m}$ である。内部電極層2は銀-パラジウム合金からなり、厚みは1層あたり $5\mu\text{m}$ である。本積層体は、内部電極層2の4辺が露出する構造となっていたものを、対向する1組の側面には内部電極の露出部分を1層おきにガラス層3でおおい、電気的に絶縁する。このガラス層3は第2図に示すように対向する側面で互い違いになるようになっている。この側面にさらに銀ペーストを塗布し外部電極層4を形成する。この結果、圧電セラミック層1は電気的に並列接続されたことになる。なお、本圧電素子の大きさは $2 \times 3\text{mm}$ の断面積で、高さ 10mm である。

このような積層圧電セラミック素子の熱膨張係数を -50°C から 160°C まで測定した。なお、この圧電セラミックのキュリー点は約 145°C であるので、上記の温度範囲は本積層圧電セラミック素子の実用使用範囲をカバーしたものである。

測定の水準として、未分極素子を4つの方法で分極して人工的に残留分極の大きさを変えた。分

本発明の圧電素子の熱膨張特性安定化方法は、電圧の昇圧、キープ、降圧を1つのサイクルとして、この電圧印加スケジュールを数サイクルくり返す分極法をとることにより実現される。

(作用)

本発明は、圧電素子の分極法により残留分極の大きさを安定化させて、圧電素子の熱膨張特性のバラつきを小さくするものである。

この結果、圧電素子を変位拡大機構に組み込んだ場合にも圧電素子の熱膨張を補償するように、変位拡大機構の材料を組み合せれば、アクチュエータのトータルな出力特性(変位あるいは力)の温度特性を再現性よく小さくできる。

(実施例)

第1図は本発明の熱膨張特性安定化方法を適用してその効果を確認した圧電素子の斜視図、第2図は第1図の縦断面図である。

第1図および第2図に示す圧電素子は圧電セラミックを電気的には並列に、機械的には直列に接続された積層体である。圧電セラミック層1はチ

極法は次の通りである。

(i) D. C. 150V を30秒印加

(ii) 150V まで3秒で昇圧、10秒キープ、

降圧を1つのサイクルとした既ステップ電圧

を6回繰り返して印加した本発明による分極法

(iii) (ii)の素子を室温にて2~3週間放置したもの

(iv) 未分極素子

第3図は、上記(ii)と(iv)の素子の熱膨張測定結果を示すグラフである。これは、圧電素子を電気的にショートした状態で -50°C から 160°C に雰囲気温度を上昇させた時の結果で、縦軸には素子長の変化分、横軸には温度をとった。このように素子長が縮んでゆくのは主に残留分極が消失してゆくためである。したがって、残留分極の大きさが違うと見掛け上熱膨張係数が異なることになる。換言すれば分極時に一定の大きさの残留分極を与えないと熱膨張係数がバラつくことになる。表1には(i)~(iv)の残留分極の大きさにおける熱膨張係数(-15°C から 100°C の

平均)を示す。

表 1

No	熱膨張係数	分極法
i	$-4.113 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	D. C. 150V30秒印加
ii	$-7.383 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	昇圧、キープ、降圧を6サイクル
iii	$-1.654 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	(ii)を2~3週間室温で放置
iv	$-0.305 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	未分極

表1によれば熱膨張係数は $-0.305 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ から $-7.383 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ まで変化している。実効的に最も基準化しやすい残留分極の大きさは、飽和状態もしくはそれに近い状態である。したがって、最も大きな残留分極を与えられる分極法によれば、圧電素子の熱膨張係数のバラつきが小さくなる。前記(ii)の分極法、即ち、150Vまで3秒で昇圧、10秒キープ後3秒で降圧する既ステップ電圧を6回くり返して印加する手順を数水準の残留分極の大きさの圧電素子に適用して熱膨張係数の安定性を調べた。表2に熱膨張係数の測定結果を示す。

法を用いればバラつきを小さくできることがわかった。

第3図中の未分極素子は熱膨張係数も小さく、こちらに残留分極の大きさを規準化するのが良いように思われるが、これでは圧電効果が発現しないので実用上意味がない。

第1の実施例と同じ積層圧電セラミック素子11を第4図に示すてこの原理と板バネ15の座屈変形を利用した変位拡大機構に組み込み、第1の実施例と同様に、D. C. 150V30秒印加と、昇圧、キープ、降圧を6サイクル行なう二通りの分極法により、出力端16の熱膨張特性を調べた。第4図中ヒンジ12、ベース13、アーム14は42%Ni-Fe合金、板バネ15はSUS304を用いた。ヒンジ12、ベース13、アーム14についてはワイヤ放電加工により作成した。板バネ15はワイヤ放電加工した板を第4図に示すようにプレス成形した。ここで、42%Ni-Fe合金の熱膨張係数は $4.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、SUS304のそれは $17.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。

表 2

No	熱膨張係数	測定前の素子履歴
1	$-7.380 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	未分極素子
2	$-7.368 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	電氣的にショートして100℃30分放置、室温に冷却
3	$-7.381 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	電氣的にショートして50℃30分放置、室温に冷却
4	$-7.390 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	室温放置2日
5	$-7.383 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	150V昇圧、キープ、降圧を6セット印加直後

表中の測定値より

$$\text{平均値 } \bar{\alpha}_1 = -7.380 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

$$\text{標準偏差 } \sigma_{n-1} = 0.008 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

一方、表2と同じ条件の素子にD. C. 150Vを30秒印加する分極法をとった場合、

$$\text{平均値 } \bar{\alpha}_2 = -5.841 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

$$\text{標準偏差 } \sigma_{n-1} = 0.481 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

である。両者を比べると、本発明による分極法の法が圧電素子の熱膨張係数のバラつきを2桁程小さくできた。

分極が十分でなく、配電が足りないと第3図に示した二つの特性曲線の中間の特性を示し、測定前の素子の履歴いかんによっては、この間でバラつくことになる。そこで、前記(ii)で示した分極

本アクチュエータの熱膨張特性は本発明による分極法(表2中No5参照)では平均 $0.6 \mu\text{m}/^{\circ}\text{C}$ の温度依存性があり、その標準偏差は $\pm 0.01 \mu\text{m}/^{\circ}\text{C}$ であったのに対し、D. C. 150V30秒印加の分極法では平均 $1.2 \mu\text{m}/^{\circ}\text{C}$ で、標準偏差 $0.6 \mu\text{m}/^{\circ}\text{C}$ であった。

したがって、出力端16の熱膨張特性を半分程度に小さくできたとともに、そのバラつきを1桁程度小さくできた。

(発明の効果)

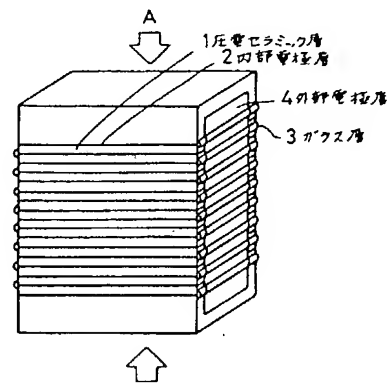
以上説明したように本発明は、圧電素子の分極を電圧の昇圧、キープ、降圧を1セットした既ステップ電圧を数回くり返し印加することにより、圧電素子熱膨張係数のバラつきを2桁程小さくでき、また、圧電素子を変位拡大機構等の機構部品に組み込んだ場合には、トータルなアクチュエータとしてその出力端の熱膨張特性の温度依存性を半分程度に小さくできるとともに、そのバラつきを1桁ほど小さくできる効果がある。

4.図面の簡単な説明

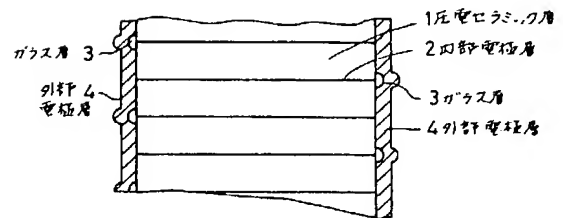
第1図は本発明による分極法を適用し、その効果を確認した積層圧電セラミックアクチュエータの斜視図、第2図は第1図の縦断面図、第3図は本発明による分極法を用いた圧電素子と、未分極の圧電素子の熱膨張特性を示すグラフ、第4図は本発明の第2の実施例の変位拡大機構のついた積層圧電セラミックアクチュエータの斜視図である。

1…圧電セラミック層、2…内部電極層、3…ガラス層、4…外部電極層、11…積層圧電セラミック素子、12…ヒンジ、13…ベース、14…アーム、15…板バネ、16…出力端。

特許出願人 日本電気株式会社
代理人 弁理士 内原 晋

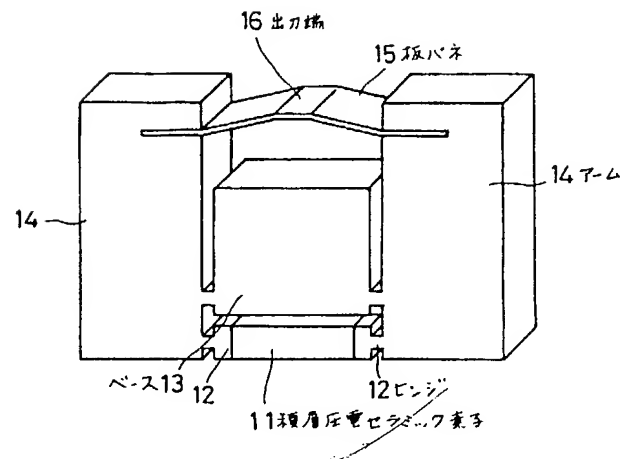
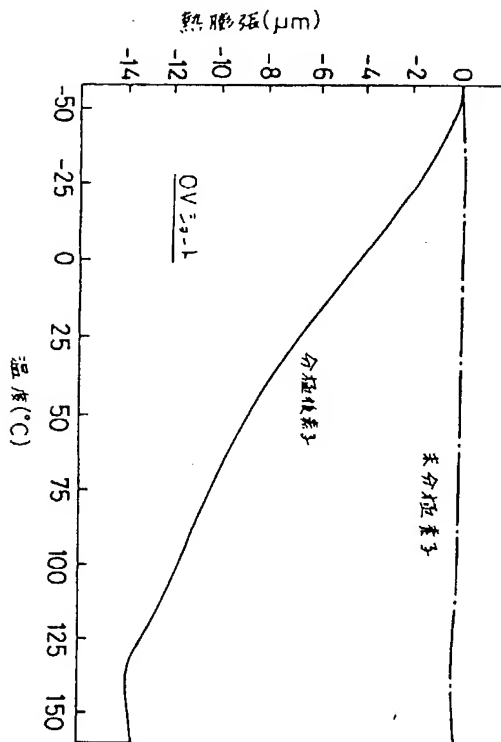


第 1 図



第 2 図

第 3 図



第 4 図

PAT-NO: JP402143474A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02143474 A
TITLE: STABILIZATION OF THERMAL EXPANSION OF
PIEZO-ELECTRIC ELEMENT

PUBN-DATE: June 1, 1990

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
TAGAMI, SATORU

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
NEC CORP N/A

APPL-NO: JP63297568

APPL-DATE: November 24, 1988

INT-CL (IPC): H01L041/09

US-CL-CURRENT: 310/341

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce the variability in the thermal expansion coefficient of a piezo-electric element by a method wherein the element is impressed with specific voltage cycle for several times to be polarized.

CONSTITUTION: When an actuator, etc., of a laminated layer body alternately laminated with piezo-electric elements of PZT in thickness of around $110\mu\text{m}$ electrically in parallel and mechanically in series and inner electrode layers such as silver palladium alloy, etc., is impressed with a

specific voltage
cycle of boosting up to 150V within 3 seconds, impression for
10 seconds and
then lowering voltage for several times to be polarized, the
variability in the
thermal expansion coefficient of piezo-electric element is
reduced by two
figures, so that the temperature dependability of the thermal
expansion
properties at the output end of the actuator is almost halved
and the
variability thereof is reduced by one figure.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio